

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-047914

(43)Date of publication of application : 08.03.1986

(51)Int.Cl.

G02B 17/00

G03F 7/20

H01L 21/30

(21)Application number : 59-169639

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 14.08.1984

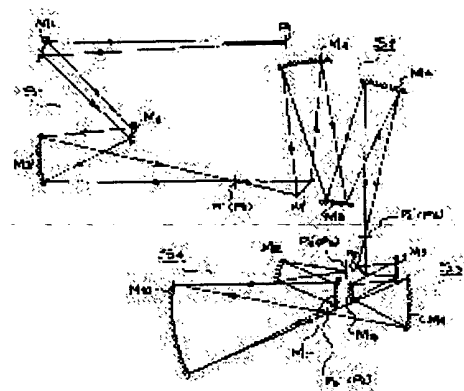
(72)Inventor : HIROSE TAKAMASA

## (54) REFLECTING OPTICAL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a reflecting optical system having high resolution, which is suitable for a projecting exposure device, by placing plural mirror systems substantially on the same optical axis, and constituting them so that the overall image forming magnification is reduced.

**CONSTITUTION:** The first mirror system S1, the second mirror system S2, the third mirror system S3, and the fourth mirror system S4 are constituted of reflecting mirrors M1WM3, reflecting mirrors M4WM6, reflecting mirrors M7WM9, and reflecting mirrors M10WM12, respectively, and an object point P1 is made to form an image at an image point P'4 (P5) in the end so that the image forming magnification becomes about 1/5. In this way, by using plural mirror systems consisting of a concave mirror, a convex mirror and a concave mirror, various aberrations generated from one mirror system are reduced and a good image forming performance is obtained as a whole. Especially, by using the mirror system S4 as a magnifying system, a comatic aberration, a curvature of image, distortion, etc. generated in the mirror systems S1WS3 are corrected satisfactorily, and also vignetting of a luminous flux generated in case of constituting a reflecting optical system of plural mirror systems is prevented by placing total reflecting mirrors H1WH2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-47914

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>G 02 B 17/00  
G 03 F 7/20  
H 01 L 21/30

識別記号

庁内整理番号

8106-2H  
7124-2H  
6603-5F

④ 公開 昭和61年(1986)3月8日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑥ 発明の名称 反射光学系

⑦ 特 願 昭59-169639

⑧ 出 願 昭59(1984)8月14日

⑨ 発 明 者 広 瀬 隆 昌 川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社小杉事業  
所内

⑩ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑪ 代 理 人 弁理士 高梨 幸雄

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

反射光学系

## 2. 特許請求の範囲

(1) 凹面鏡、凸面鏡そして凹面鏡の順に反射させた後物体像を所定位置に結像させるようにしたミラー系を実質的に同一光軸上に位置するように複数個配置し、順次結像を繰り返すように構成した反射光学系であつて、前記反射光学系は少なくとも1つの縮少結像のミラー系と少なくとも1つの拡大結像のミラー系を有し、かつ全てのミラー系による総合の結像倍率が縮少となるように構成されていることを特徴とする反射光学系。

(2) 前記ミラー系の凹面鏡  $M_1$ 、凸面鏡  $M_2$  そして凹面鏡  $M_3$  の曲率半径を各々  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  としたとき

$$R_1/R_2 \geq 2$$

$$R_1/R_3 > 1$$

なる条件を満足することを特徴とする特許請求

の範囲第1項記載の反射光学系。

(3) 前記反射光学系は光の進行方向より順にミラー系  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  の4つのミラー系を有しており、前記ミラー系  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  を縮少系、前記ミラー系  $S_4$  を拡大系となるように構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の反射光学系。

(4) 前記ミラー系  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_4$  の3つの反射鏡は各々前記凹面鏡  $M_3$  が前記凹面鏡  $M_1$  と前記凸面鏡  $M_2$  の間に位置するように又前記ミラー系  $S_3$  の3つの反射鏡は前記凹面鏡  $M_1$  が前記凹面鏡  $M_3$  と前記凸面鏡  $M_2$  の間に位置するように配置されていることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の反射光学系。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は反射光学系に関し、特に IC、LSI 等の集積回路を製造するときの投影露光装置に用いられる反射光学系に関するものである。

従来より投影露光装置を用い IC、LSI 等の集積回路のパターンをシリコンウエハーに焼付

ける為の反射光学系が例えば特開昭48-12039号公報、特開昭53-100230号公報等で提案されている。これらの投影露光装置に用いられている反射光学系は非常に高い解像力を有している。

投影像の解像力は使用する波長が短くなればなる程良くなる。この為、なるべく短波長を放射する光源が用いられている。

そして画面中心に限らず広い画面にわたり高解像力が得られるよう略完全に収差補正がなされた光学系が用いられている。

通常レンズを用いた結像光学系は色収差を補正する為に複数のガラス材料を用いて構成されている。短波長側の光は高解像力を得るには有利であるが短波長側では色分散が大きい為設計上、色収差を良好に補正するのが困難である。

この為高解像力が要求されるICパターン等の焼付用の結像光学系には反射鏡を用いた光学系が通っており、これは反射光学系に色収差がなく、任意の波長の光を使用することができ、

かつ光学系全体の透過率をレンズ系を用いたときと比べて高めることができる等の特徴がある為である。

本発明は反射光学系の特徴を生かした投影露光装置に好適な高解像力の得られる反射光学系の提供を目的とする。

本発明の目的を達成する為の反射光学系の主たる特徴は凹面鏡、凸面鏡そして凹面鏡の順に反射させた後物体像を所定位置に結像させるようにしたミラー系Sを実質的に同一光軸上に位置するように複数個配置し、順次結像を繰り返すように構成した反射光学系であつて、前記反射光学系は少なくとも1つの縮小結像のミラー系と少なくとも1つの拡大結像のミラー系を有し、かつ全てのミラー系による総合の結像倍率が縮小となるように構成されていることである。

次に本発明の実施例を各図と共に説明する。

第1図は本発明の一実施例の反射光学系の概略図である。同図の反射光学系は第2図及び第3図に示すような同一方向に曲率中心を持つた、

3つの反射鏡 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ より成るミラー系S、S'を複数個実質的に同一光軸上に位置するように、かつ全体の結像倍率が縮小となるように配置したものであり、これにより高解像力の反射光学系を達成している。

第1図の実施例では反射鏡 $M_1 \sim M_3$ で第1のミラー系 $S_1$ 、反射鏡 $M_4 \sim M_6$ で第2のミラー系 $S_2$ 、反射鏡 $M_7 \sim M_9$ で第3のミラー系 $S_3$ そして反射鏡 $M_{10} \sim M_{12}$ で第4のミラー系 $S_4$ を各々構成している。

そして物点 $P_1$ を順次ミラー系 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ で各々結像を繰り返す、最終的に像点 $P_5$ に結像倍率 $\frac{1}{2}$ となるように結像させている。

次に第1図に示す反射光学系を構成しているミラー系の結像状態を説明する。

第2図、第3図において3つの反射鏡 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ は物点 $P_1$ からの光束 $L_1$ が凹面鏡 $M_1$ 、凸面鏡 $M_2$ そして凹面鏡 $M_3$ の順に反射した後、像点 $P_1'$ に結像するように配置されている。

第2図に示すミラー系Sは凹面鏡 $M_3$ が凸面鏡 $M_2$ と凹面鏡 $M_1$ との間に位置するように又第3図に示すミラー系S'は凹面鏡 $M_1$ が凸面鏡 $M_2$ と凹面鏡 $M_3$ との間に位置するように配置されている。そしてこの系で光軸 $O-O'$ の軸外で非点収差が零になる様に補正した場合、本実施例において物体は第4図に示すような円弧状の一部分 $Q_1$ を有効面としている。

この為3つの反射鏡 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ の外形を必ずしも円形とする必要はなく、不要の部分を削除して、例えば第3図に示すように凹面鏡 $M_1$ の下方部分を削除し同図に示すような形状としても良い。この結果凹面鏡 $M_3$ を凹面鏡 $M_1$ の右方に配置した構成をとることができる。

このように本実施例では物点Pからの光束を凹面鏡 $M_1$ 、凸面鏡 $M_2$ そして凹面鏡 $M_3$ よりなるすなわち正、負そして正の屈折力の反射鏡により成るミラー系を複数個用いることにより1つのミラー系より発生する諸収差、特にコマ収差、像面湾曲を少なくし全体として良好なる

結像性能を得ている。

第5図は第1図の一部分の2つのミラー系  $S_1$  ,  $S_2$  の光路を展開したときの結像光束の説明図である。

同図において凹面鏡  $M_1$ 、凸面鏡  $M_2$ 、そして凹面鏡  $M_3$  は第1のミラー系  $S_1$ 、凹面鏡  $M_4$ 、凸面鏡  $M_5$ 、そして凹面鏡  $M_6$  は第2のミラー系  $S_2$  を各々構成している。

ミラー系  $S_1$  により物点  $P_1$  からの光束  $L_1$  を像点  $P_1'$  へ、すなわちミラー系  $S_2$  の物点  $P_2$  にそしてミラー系  $S_2$  により物点  $P_2$  からの光束  $L_2$  を像点  $P_2'$  に結像させている。以下図示していないが同様にミラー系  $S_3$ 、 $S_4$  により順次結像を繰り返して行うことにより物体像の縮小化を図っている。

このように本実施例では第1図に示すようにミラー系  $S_1$  により物点  $P_1$  を像点  $P_1'$  へ、すなわちミラー系  $S_2$  の物点  $P_2$  へ、ミラー系  $S_2$  により物点  $P_2$  を像点  $P_2'$  へすなわちミラー系  $S_3$  の物点  $P_3$  へ以下同様にミラー系  $S_3$

ミラー系  $S_1 \sim S_3$  で生じたコマ収差、像面湾曲及び歪曲収差等を良好に補正している。

本実施例では複数のミラー系で反射光学系を構成する場合に生じる光束のケラレを第1のミラー系  $S_1$  と第2のミラー系  $S_2$  との間と、第2のミラー系  $S_2$  と第3のミラー系  $S_3$  との間に各々全反射鏡  $H_1$ 、 $H_2$  を配置させて防止している。

本実施例において特に光束のケラレを少なくしかつ全体的に良好なる光学性能を得る為には4つのミラー系  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  の各々を構成する凹面鏡  $M_1$ 、凸面鏡  $M_2$ 、そして凹面鏡  $M_3$  の曲率半径を各々  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  とするとき

$$R_1/R_2 \geq 2 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$R_1/R_3 > 1 \quad \cdots \cdots (2)$$

なる諸条件を満足させるのが好ましい。

条件式(1)、(2)は物体の有効画面が第4図に示すように円弧状の一部分であるとき、軸外収差の発生を抑えつつ、ミラー系全体の小型化を図

そしてミラー系  $S_4$  により順次結像を繰り返して最終的に物点  $P_1$  を像点  $P_4'$  へ結像させている。

本実施例ではミラー系  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_4$  を縮少系としミラー系  $S_3$  を拡大系として構成している。

具体的に各ミラー系の結像倍率を示すと表-1の如くである。

表-1 各ミラー系の結像倍率

ミラー系	物点→像点	結像倍率
1	$P_1 \rightarrow P_1' (P_2)$	0.4
2	$P_2 \rightarrow P_2' (P_3)$	0.91
3	$P_3 \rightarrow P_3' (P_4)$	0.388
4	$P_4 \rightarrow P_4'$	1.40

本実施例では全体として結像倍率 $1/8$ を達成するのに4つのミラー系を表-1に示す結像倍率を有するように構成することにより全体的に収差補正をバランス良く行っている。

特にミラー系  $S_4$  を拡大系とすることにより

りかつ物体からの光束がケラレることなく所定位置に結像させる為のものである。

条件式(1)を外れるとコマフレアが増大し又光束のケラレが多くなってくる。又条件式(2)を外れると凹面鏡  $M_3$  の曲率半径が凹面鏡  $M_1$  に比べ大きくなりすぎミラー系全体としての小型化を図りつつ所定の屈折力を得るのが困難となってくる。

特に本実施例において像面湾曲を少なくし高コントラストの物体像を得るには前記曲率半径  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  を更に

$$|R_1| > |R_3| > |R_2| \quad \cdots \cdots (3)$$

とすることである。

この条件を外れると像面湾曲が大きくなり光束のケラレが大きくなってくると共に複数のミラー系を組み合わせた反射光学系において良好なる収差補正を行うのが困難となる。

以上の各条件式を満足するようにミラー系を構成すれば高解像力の反射光学系を容易に達成することが出来るが更に好ましくはミラー系

$S_2, S_3, S_4$  の各々の反射鏡の曲率半径を順に  $R_4 \sim R_{12}$  とするとき

$$1.18 < R_4/R_5 < 1.26 \quad \dots\dots (4)$$

$$1.02 < R_6/R_5 < 1.17 \quad \dots\dots (5)$$

$$2.03 < R_7/R_8 < 2.65 \quad \dots\dots (6)$$

$$1.35 < R_9/R_8 < 1.47 \quad \dots\dots (7)$$

$$2.03 < R_{10}/R_{11} < 2.15 \quad \dots\dots (8)$$

$$1.18 < R_{12}/R_{11} < 1.26 \quad \dots\dots (9)$$

の如く設定することである。

条件式(4)はコマ収差を良好に補正する為のものであり条件式(4)の上限若しくは下限を外れるとコマフレアが増大してくる。

条件式(5), (7)はサジタル像面のコントラストを高める為のものであり条件式(5), (7)の上限若しくは下限を越えると像面湾曲が正若しくは負の方向へ増大してくるので好ましくない。

条件式(6), (8)はメリディオナル像面のフレア成分を少なくする為であり条件式(6), (8)の上限若しくは下限を越えると像面湾曲が正若しくは負の方向へ増大してくる。

R		D
1	-626.9	-280
2	-134.4	224.875
3	-386.5	-990
4	576.518	330
5	472.86	-292.3
6	516.98	540.15
7	-366.935	-118.4
8	-147.45	141.75
9	-208	-578.35
10	435.96	400
11	209.22	-148.494
12	252.51	

以上のように本発明によれば4つのミラー系を適切に組み合わせることにより、高解像力の反射光学系を達成することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の光学系の概略図、第2図、第3図、第5図は第1図の一部分の説明図、第4図は本発明に係る物体の有効画面の

条件式(9)は物体が円弧状の有効画面を有するとき全面面にわたり非点隔差を少なくする為であり条件式(9)の上限若しくは下限を越えると非点隔差が大きくなってくるので好ましくない。

尚本発明において物体像の組像調整をミラー系  $S_1 \sim S_4$  の少なくとも1つのミラー系を移動させて行うのが収差補正上及び倍率調整上好ましい。

次に第1図に示す実施例の諸数値を示す。

$R_1$  は物点  $P_1$  から数えて第1番目の反射鏡の曲率半径、 $D$  は各反射鏡との間隔で光の進行方向に沿って左方から右方に測つたときを正、その逆を負として示す。

物体の有効画面はスリット幅で3mm、有効Fナンバーは28 ( $NA = 0.18$ )である。物点  $P_1$  の有効画面幅は光軸からの高さ207~210mmの範囲内である。

説明図、第6図は第1図の光学系の諸収差図である。

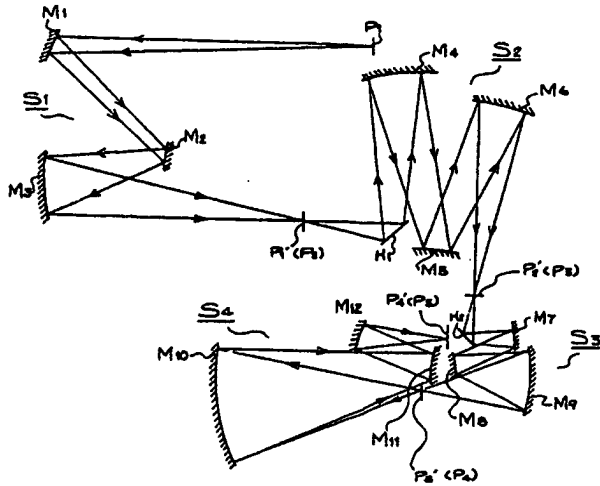
図中Yは像高、 $S_1 \sim S_4$  は各々ミラー系、 $M_1 \sim M_{12}$  は各々反射鏡を示す。

特許出願人 キヤノン株式会社

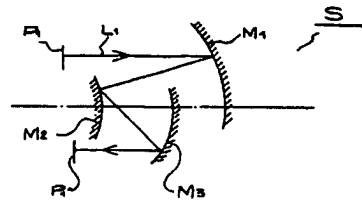
代理人 高 梨 幸 雄



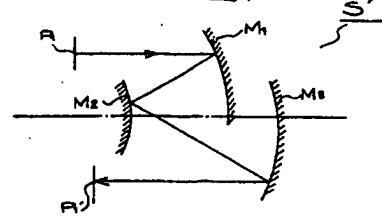
第 1 図



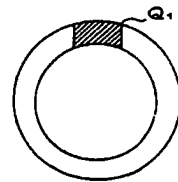
第 2 図



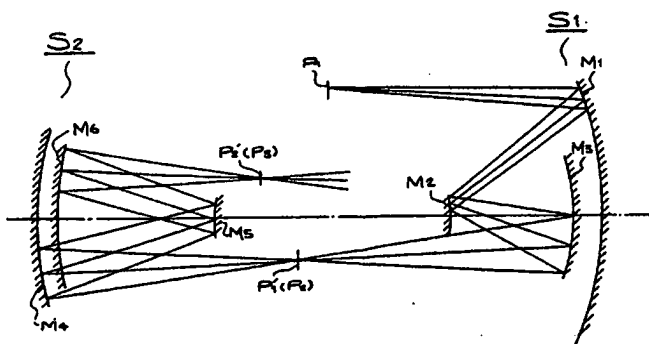
第 3 図



第 4 図

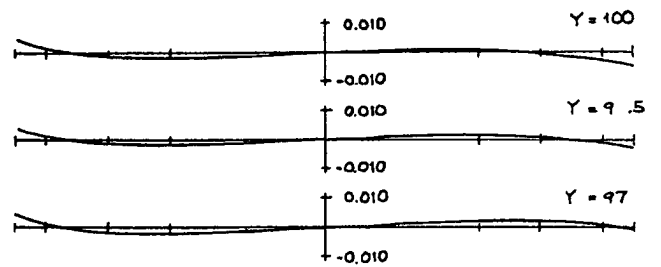


第 5 図

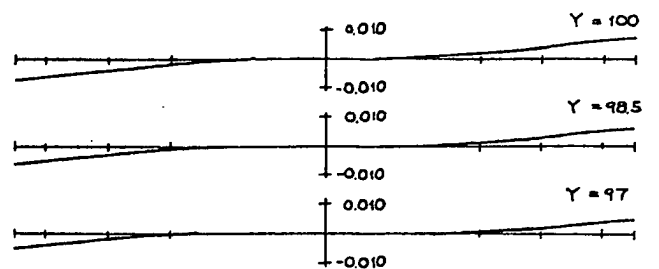


第 6 図

メリディオナル像面



サジタル像面



## 手続補正書(自発)

昭和60年2月25日

特許庁長官 志賀 学 殿

進

## 1. 事件の表示

昭和59年 特許願第169639号

## 2. 発明の名称

反射光学系

## 3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住 所

東京都大田区下丸子3-30-2

名 称

(100) キヤノン株式会社

代表者 賀 来 龍 三 郎

## 4. 代 理 人

趣 所

〒158 東京都世田谷区奥沢2丁目17番3号  
ベルベイル自由が丘301号(電話03-718-5614)

氏 名

(8681) 弁理士 高 梨 幸 雄



## 5. 補正の対象

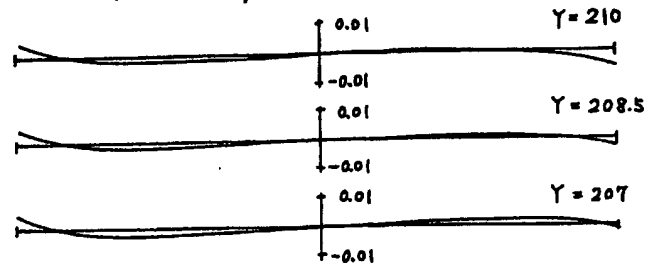
- (1) 明細書の図面の簡単な説明の欄
- (2) 願書に添付した図面の第6図

## 6. 補正の内容

- (1) 明細書第14頁第3行目の「像高」を「物高」と補正する。
- (2) 図面第6図を別紙のとうり補正する。

## 第 6 図

メディオナル像面



サジタル像面

